資料13-1-1

高速増殖原型炉もんじゅ
ナトリウム漏えい検出器等の点検状況及び
シーラント型CLDの復旧について

平成20年6月5日

独立行政法人　日本原子力研究開発機構
高速増殖炉研究開発センター

ナトリウム漏えい検出器等の点検

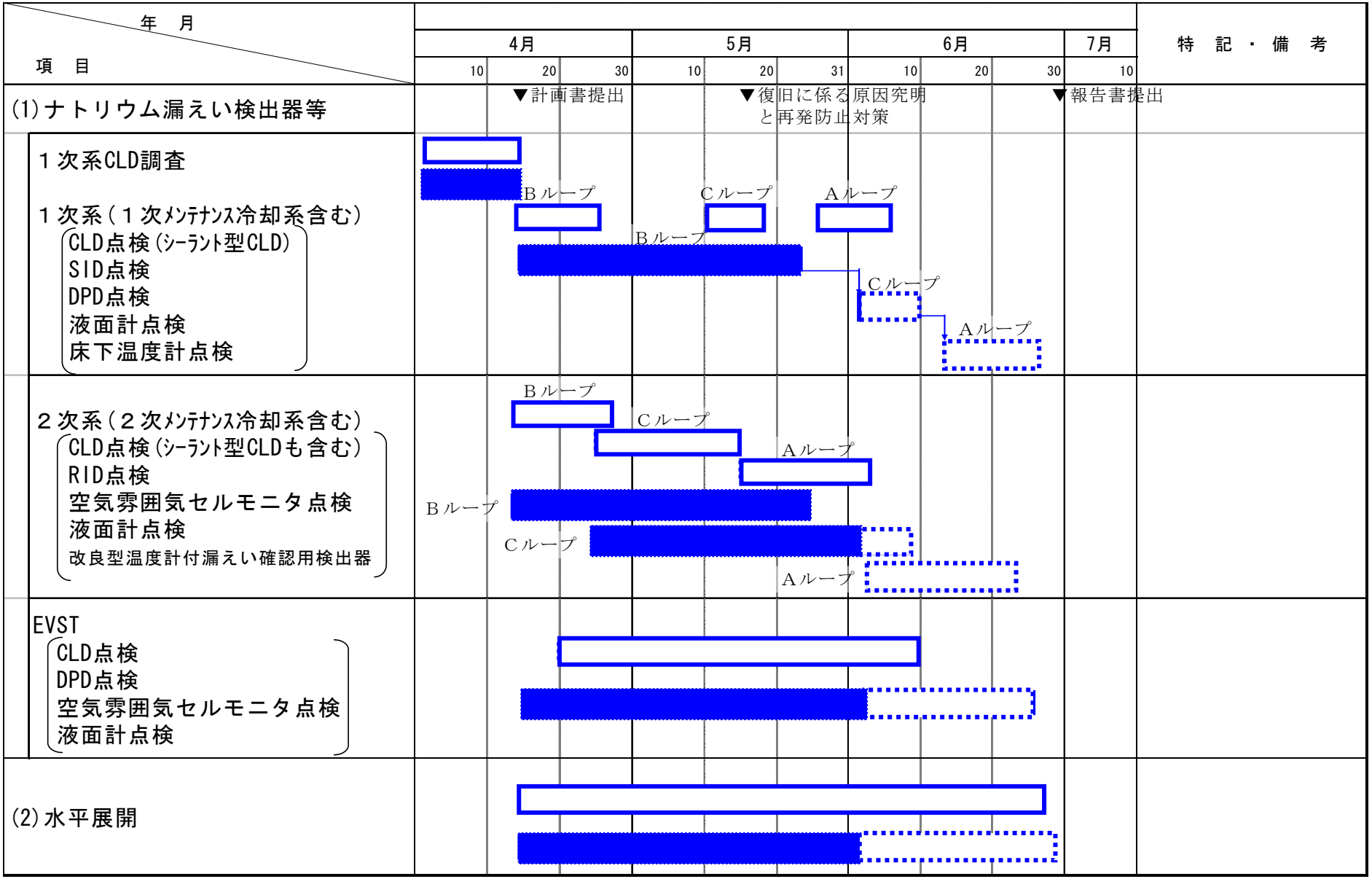
○　平成20年4月14日
　高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器に関する点検計画を原子力安全・保安院へ提出

○　平成20年5月16日
　高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器不具合の原因究明及び再発防止対策（復旧に係るもの）を原子力安全・保安院へ提出
　警報が発報した漏えい検出器と同じ位置決め金具（シーラント）を使用し固定している接触型ナトリウム漏えい検出器（シーラント型CLD）の復旧に着手

○　平成20年5月24日
　1次系Bループ、1次メンテナンス冷却系、2次メンテナンス冷却系にあるシーラント型CLDの交換作業終了

○　平成20年6月3日
　1次系Cループのシーラント型CLDの点検及び交換作業開始

ナトリウム漏えい検出器等の点検工程



:当初計画　:実績　:今後の予定

点検の進捗により変更もありうる。

ナトリウム漏えい検出器等の点検方針

（1） シーラント型CLD

全数を引き抜いて検出器の寸法、取付位置、シーラントが固定されていることを確認する。

（2） シーラント型CLD以外のナトリウム漏えい検出器

全数について、①機能に影響し得る寸法、取付位置、取付方向、取付方法等の確認及び②導通試験、警報試験等ナトリウム漏えい検出の機能が健全であることの確認を行う。

ただし、a. 構造上、施工がナトリウム漏えい検出の機能に及ぼす影響が十分に小さいと考えられるもの又はb. 第3者による検査記録で設計に従い施工が行われていることが確実に確認できるものについては、抜き取り（サンプリング）により、機能に影響し得る寸法、取付位置、取付方向、取付方法等の確認を行う。

（3） その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備

（2）と同様な点検を行う。

（4） 水平展開

温度計、液面計等の差し込み構造を持つ計装品及び同一の製作施工会社の計装品について、（2）と同様な点検を行う。

点検対象

分類	検出器の種類	
ナトリウム漏えい検出器	接触型漏えい検出器(CLD)	シーラント型CLD
		シーラント型以外CLD
	ガスサンプリング型漏えい検出器	SID
		DPD
		RID
その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備	空気雰囲気セルモニタ	
	誘導式液面計	
	接触式液面計	
	温度計	
	改良型温度計付漏えい確認用検出器	

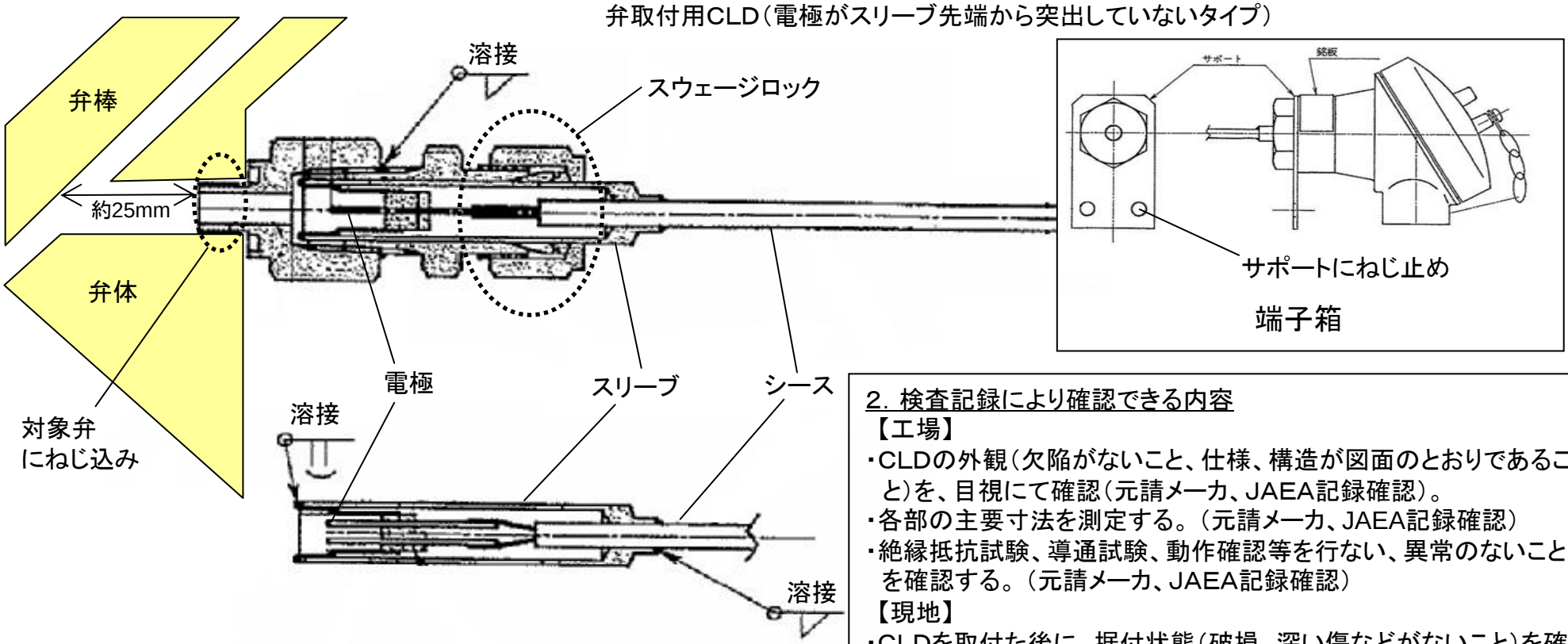
点検対象（水平展開分）

種別	系統	検出器の名称
差し込み構造を持つ計装品	中性子計装	中性子束検出器
	1次系	温度計
	2次系	温度計
	遅発中性子法破損燃料検出装置	中性子束検出器
	炉外燃料貯蔵設備	温度計

種別	系統	検出器の名称
同一の製作施工会社の計装品	原子炉容器	炉心出口計装温度計（熱電対）
		原子炉容器バケット液面計(誘導式)
	1次系	温度計
		プラギング計
		ナトリウムサンプリング装置
	2次系	温度計
		水漏えい検出設備
	炉外燃料貯蔵設備	温度計
		電磁ポンプ
		電磁流量計
		プラギング計
		冷却系循環ポンプ冷却ファン

シーラント型以外CLD（スウェージロックによる）取付構造と点検のポイント

弁取付用CLD（電極がスリーブ先端から突出していないタイプ）



1．構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

【シースの固定】シースとスリーブの溶接不良があったとしても溶接は信頼性のある固定方法のため、動くことはない。
【CLDの位置決め】スウェージロックのナットの締付不良により、CLDの位置ずれが発生したとしても、機能への影響はない。
【CLD本体の固定】弁ねじ込み部の締付不良があったとしてもCLDの機能への影響はない。

2．検査記録により確認できる内容

【工場】
・CLDの外観（欠陥がないこと、仕様、構造が図面のとおりであること）を、目視にて確認（元請メーカ、JAEA記録確認）。
・各部の主要寸法を測定する。（元請メーカ、JAEA記録確認）
・絶縁抵抗試験、導通試験、動作確認等を行ない、異常のないことを確認する。（元請メーカ、JAEA記録確認）
【現地】
・CLDを取付た後に、据付状態（破損、深い傷などがないこと）を確認（元請メーカ、 JAEA記録確認）。

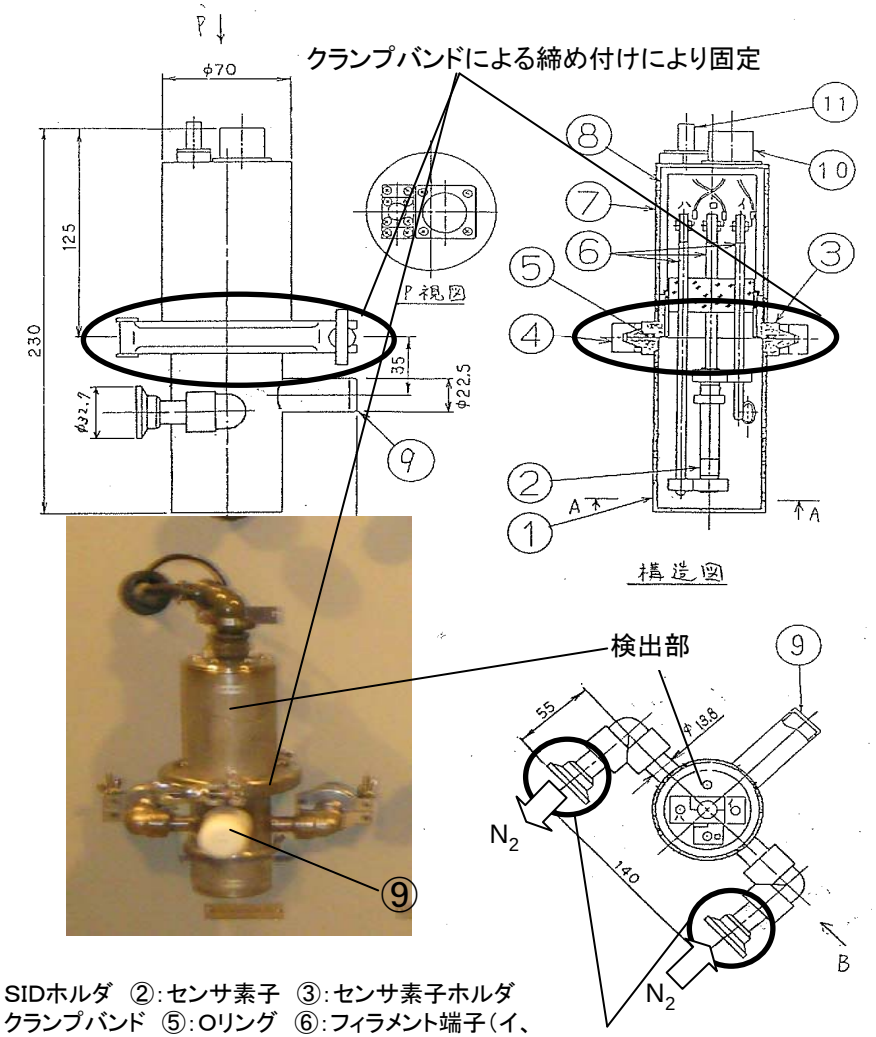
3．今回の点検内容

【シースの固定、CLD本体の固定】
シースとスリーブ溶接部の目視確認、位置決め用スウェージロック、CLD本体のねじ込み部、サポートに緩みのないことを触診により確認する。

【機能確認】
絶縁抵抗測定、導通確認、警報試験

ナトリウムイオン化式検出器（ＳＩＤ）取付構造と点検のポイント

例：1次系用SID



1. 構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

・クランプバンドの締付不良により、隙間から空気がインリークすると、測定流体（窒素）に空気が混入し、正しく計測できず、空気混入によりSIDフィラメントが酸化・断線し、検出できなくなる。

2. 検査記録により確認できる内容

【工場】
- ・図面の形状のとおりであること。(元請けメーカ;JAEA記録確認)
- ・サンプリング盤内の配管に圧力をかけ漏えいがないこと。(元請けメーカ;JAEA記録確認)
- ・Naエアロゾルを発生させ、検出器の感度が範囲内であること。(元請メーカ;JAEA記録確認)

【現地】
- ・サンプリング盤に外観上の有害な欠陥がないこと。(JAEA立会)
- ・器具の損傷及び脱落がないこと。(元請けメーカ;JAEA記録確認)
- ・損傷を与えるようなものが周囲にないこと。(元請メーカ;JAEA記録確認)
- ・センサ素子交換時インリーク試験を行い、インリークがないこと。(元請メーカ;JAEA記録確認)
- ・据付時はサンプリング盤の耐圧漏えい試験により漏えいの無いこと。(元請メーカ;JAEA記録確認)

3. 今回の点検内容

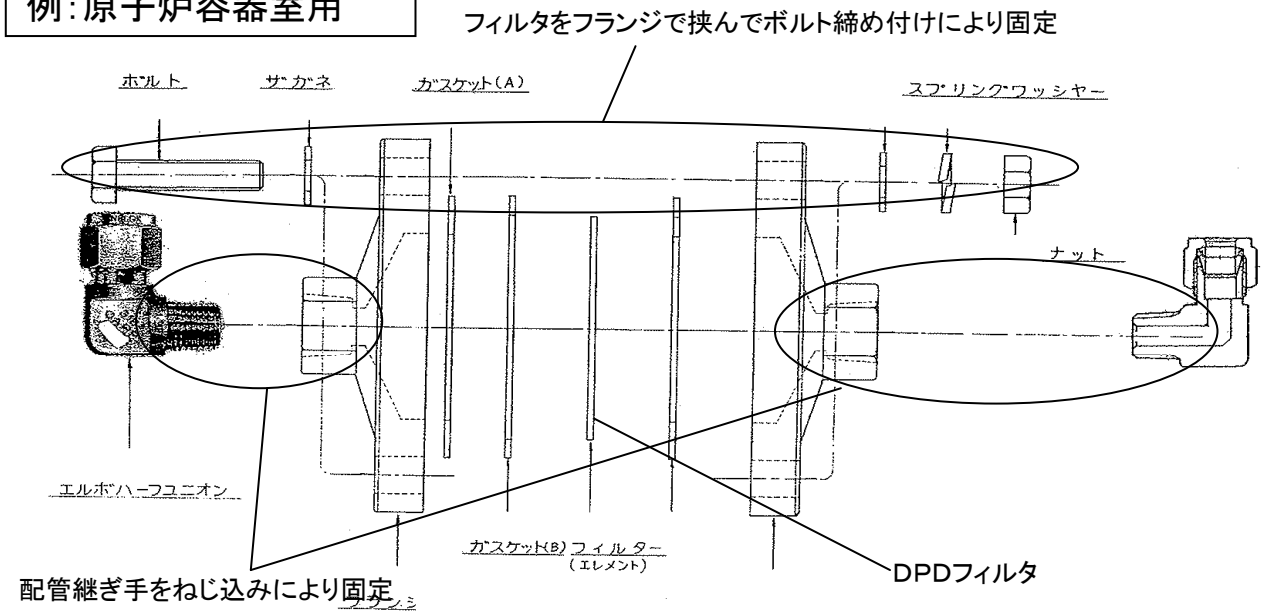
【SID検出器ハウジングの固定】
- ・クランプバンドの締付状態を触診にて確認する。

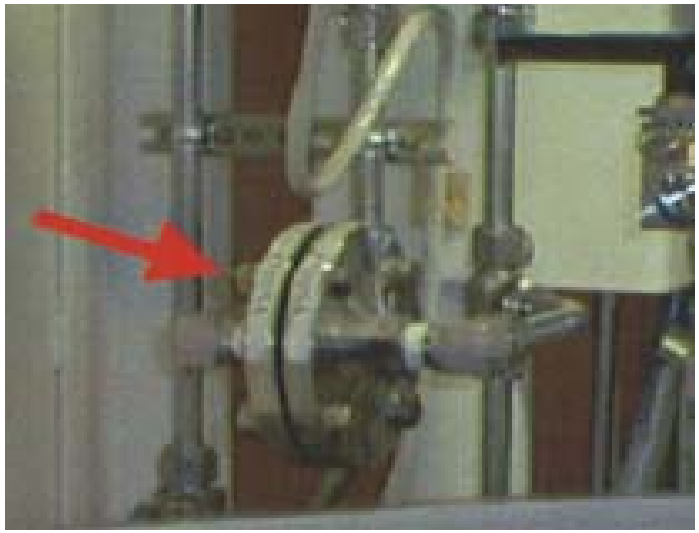
【構造確認】
- ・サンプリング配管とサンプリングラックの取り合いを確認する

【機能確認】
- ・気密試験を実施し、インリークがないことを確認する。
- ・絶縁抵抗測定、導通確認、SIDフィラメント温度測定、 警報試験

ＤＰＤフィルタ（ボルトによる）取付構造と点検のポイント

例：原子炉容器室用





1．構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

・フランジ締付ボルトの緩みにより隙間から空気がインリークすると、測定流体（窒素）に空気が混入する可能性があるが、本設備は初期差圧からの相対的な差圧変化を監視するものであるため、漏えい検出機能への影響はない。

2．検査記録により確認できる内容

【工場】

・差圧伝送器の外観・構造・寸法・絶縁・耐電圧・耐圧漏えい(元請メーカ、JAEA記録確認)

・計装盤の外観・寸法・耐圧漏えい(JAEA立会)

【現地】

・計装盤に外観上の有害な欠陥がないこと。据付状態確認。(元請メーカ、JAEA記録確認)

3．今回の点検内容

【構造確認】

・フランジ締付時状態を触診にて確認する。

・サンプリング配管とサンプリング盤の取り合いを確認する。

【機能確認】

・警報試験　・耐圧試験

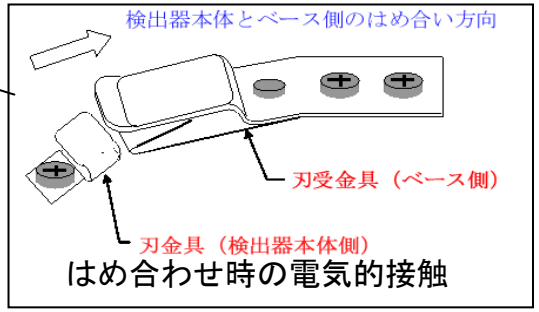
・差圧伝送器の点検校正

放射線イオン化式検出器(ＲＩＤ)取付構造と点検のポイント

1. 構造上、施工が機能に影響を与えるポイント
・フランジボルト締めはトルク管理しており、締付不足はない。
・検出器とベースのはめ合い不足による電気的な接触不良が考えられるが、はめ合わせ時に合マークを確認すれば防止できる。
・サンプリング配管の取り合い違いは、施工図通りに施工すれば取り違えることはない。

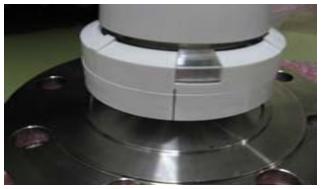
2. 検査記録により確認できる内容
【工場】
・外観寸法・感度検査(抜取でJAEA立会い)
・絶縁・耐電圧(元請メーカ、JAEA記録確認)
【現地】
・外観確認・バックグランド値確認(元請メーカ、JAEA記録確認)
・検出器合いマークの確認・フランジ締め付けのトルク管理・警報試験(JAEA立会)

3. 今回の点検内容
【構造確認】
・検出器とベースの合マーク確認。
・フランジ締付トルクの確認を行なう。
・サンプリング配管とサンプリングラックの取り合い確認。
【機能確認】
・導通確認
・警報試験
・バックグランド値確認



はめ合わせ時の電気的接触

検出器+ベース+フランジ

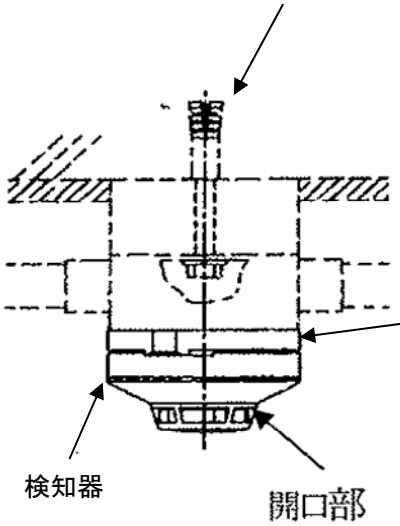

ベース・検出器の
合マーク

ボルトによりフランジ締め付け

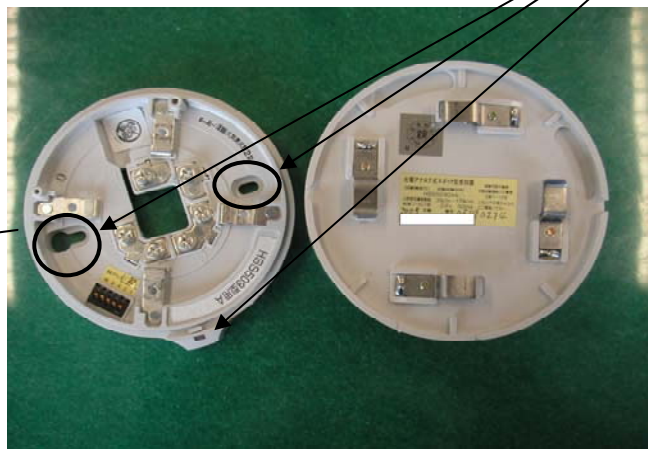
空気雰囲気セルモニタ（煙感知式）検出器取付構造と点検のポイント

アンカーボルトによる固定

ねじ及びはめ合いによる固定部分



左側：ベース裏面　右側：検知器裏面



ベースを丸型露出ボックスにネジにより固定

1．構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

・ボックス固定のアンカーボルト、ベース固定のネジは汎用品として実績のある固定方法であり動くことはない。また、締付不良による緩みが発生したとしても機能への影響はない。

・感知器とベースとのはめ合い不足による、電気的接触不良は、漏えい検知機能の喪失に至る可能性がある。

2．検査記録により確認できる内容

【工場】（JAEA抜取）

・外観・形状が外形図と相違ないこと。

・外形図に記載された寸法の公差内であること。

・消防法に基づいた試験にて感知器の性能を満たしていること。

【現地】（JAEA全数）

・据付状態、部屋番号及び個数が、計画されたとおりであること。

・感知器表面に変形・損傷及び開口部の閉塞がないこと。

・感知器が作動すること。

3．今回の点検内容

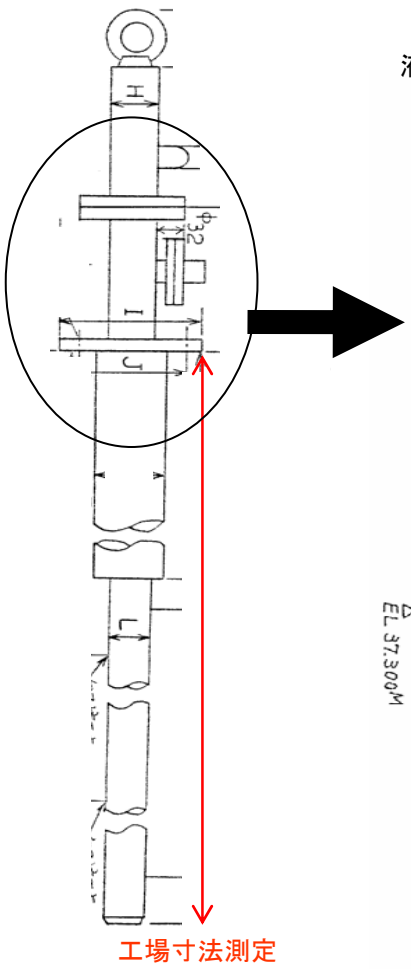
【構造確認】

・外観据付確認（合いマークの確認等）による、取付状態の確認を行なう。

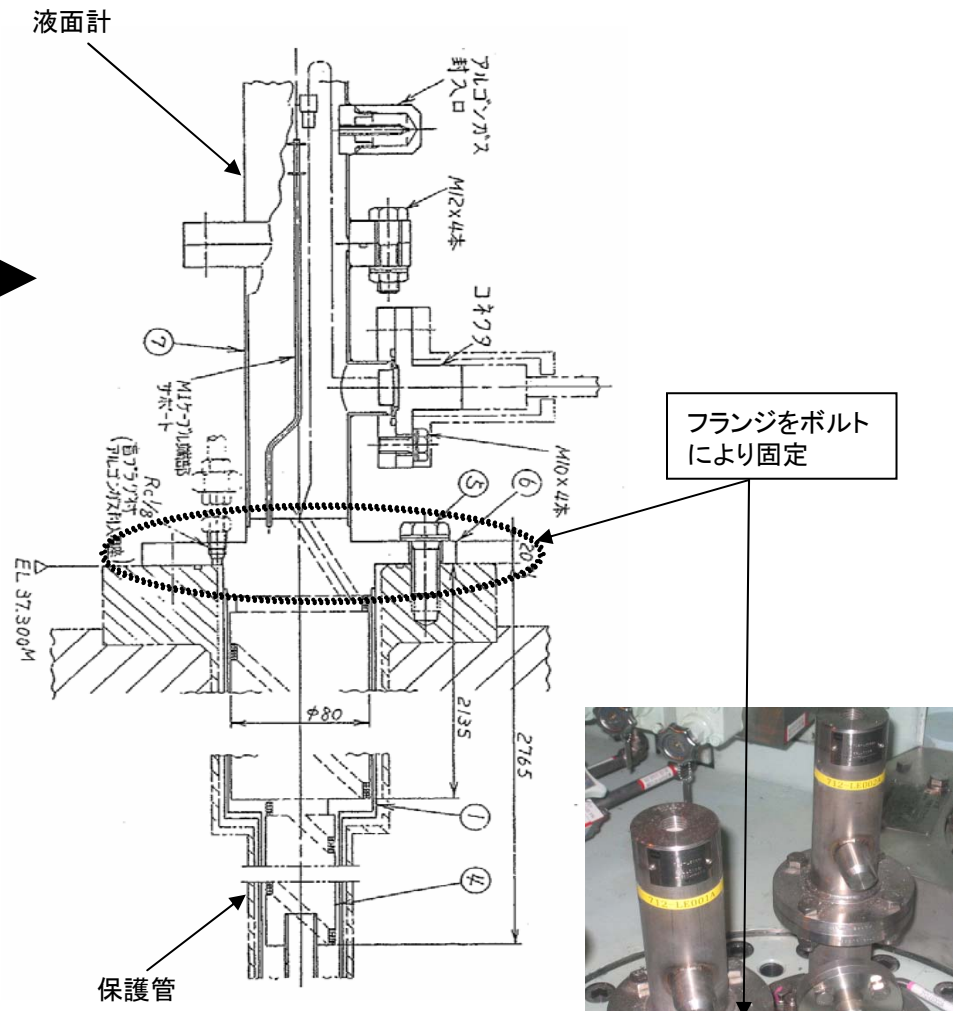
【機能確認】

・感知器動作試験、警報試験

ナトリウム液面計(誘導式)の取付構造と点検のポイント



工場寸法測定



フランジをボルトにより固定

工場にて、検出器の寸法測定を実施している。

1．構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

誘導式液面計の位置決め、固定については、工場にて検出器及び保護管の寸法測定を行い、保護管側フランジの上に検出器フランジを乗せて締付ける構造であるため、取付けボルトの締付け不良が生じても位置ズレを生じることはなく、検出機能への影響はない。

2．検査記録により確認できる内容

【工場】ナトリウム液面計の外観・寸法検査，導通確認を行い問題がないこと。また絶縁抵抗測定,耐電圧試験が判定基準を満たしていることを確認。（元請メーカ，JAEA抜取確認）

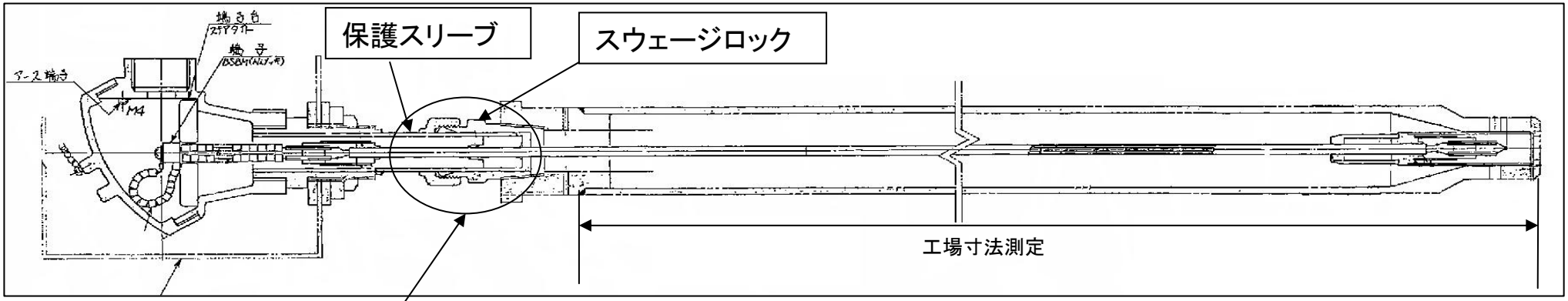
【現地】ナトリム液面計を取り付けた後に外観上損傷等がないこと。導通があること。絶縁抵抗測定が判定基準を満たしていることを確認。（元請メーカ，JAEA抜取確認）

3．今回の点検内容

【構造確認】
・計器番号により所定の位置に取り付けられていること
・取付け部に緩みがないこと
・外観に異常がないこと
・他の機器との干渉がないこと

【機能確認】
・指示値確認

ナトリウム液面計(接触式)の取付構造と点検のポイント



案内管上端部にねじ込みによる固定。保護スリーブはスウェージロックにより固定。

工場にて、検出器の寸法測定を実施している。

1. 構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

案内管ねじ込み部、スウェージロックの締付け不良が生じ、上部が固定されない場合でも、これにより電極が他の構造物に接触するおそれもなく、大漏えいの検出を目的とする機能への影響はない。また、工場にて検出器の寸法測定を行なっているため、先端部が案内管より突出することはない。

2. 検査記録により確認できる内容

【工場】外観・寸法・員数検査により、有害な表面欠陥がないこと、及び各部が製作指示通り(許容差内)であり、スウェージロックの取合いネジが規格通りであること。(JAEA全数立会い)

【現地】据付後に有害な欠陥のないこと、及び据付指示通りであることを配管系統図との照合により確認。また、液面計の据付状態(緩み・がたつき等の無いこと)が適切であることを確認。(元請メーカ(JAEA記録確認))

3. 今回の点検内容

【構造確認】

・計器番号により所定の位置に取り付けられていること　・取付け部に緩みがないこと　・外観に異常がないこと

【機能確認】

・導通確認、絶縁抵抗測定、警報試験

改良型温度計付漏えい確認用検出器取付構造と点検のポイント

1．構造上、施工が機能に影響を与えるポイント

・検出器を保護管に挿入し、VCR継手＊のナットを固定する際の締付不良による緩みが考えられるが、信頼のある固定方法のため、緩むことはない。また、工場にてシース及び保護管の寸法測定を行なっていることから、位置ずれはない。

2．検査記録により確認できる内容

【工場】温度計の外観（銘板、シース、補償導線等）を目視にて確認（元請メーカ、JAEA記録確認）。

・各部の主要寸法を測定する。絶縁抵抗試験、導通試験、起電力試験等を行ない、異常のないことを確認する。（元請メーカ、JAEA記録確認）

【現地】 CLDを取付た後に、据付状態（破損、深い傷などがないこと）を確認（JAEA記録確認）。

3．今回の点検内容

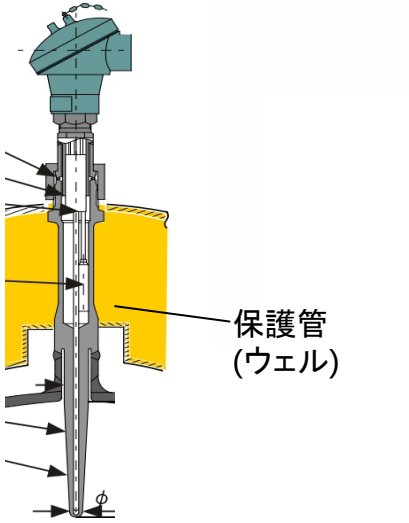
【構造確認】

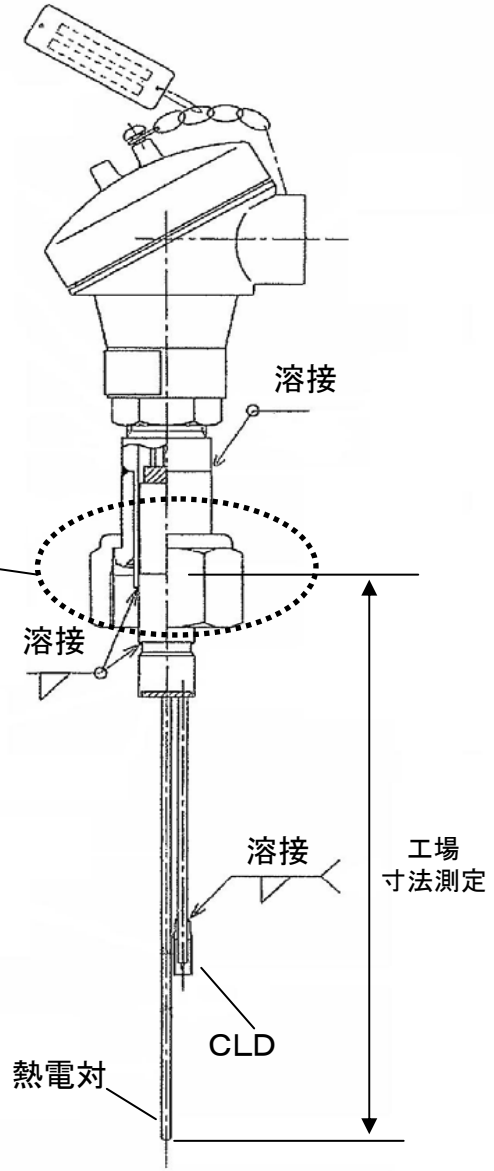
・VCR継手ナットに緩みがないことを確認する。

【機能確認】

導通確認、絶縁抵抗測定、警報試験

＊VCR継手：袋ナットによる締付継手





工場にて、検出器の寸法測定を実施している。

点検における抜取り（サンプリング）の考え方

構造上、施工が機能に及ぼす影響が十分に小さいと考えるもの、または検査記録から設計どおりに施工されていることが確認できるものについては、抜取りにより、検出器の構造確認を行う。
抜取りについては、JIS Z 9015－0「抜取検査システム序論」を参考にして、構造確認の抜取り率を10%（*1)とした。

【注】 *1：「10%」は、ロットサイズ50以上を対象とする検査水準Ⅰにおけるロットサイズとサンプルサイズとの関係（同JISの表5）より準用。（同JISにおいて表５の定量的信頼度については言及していない)

今回の点検では、点検対象である各検出器の母集団（ロット）については、

① **検出器の種類別（温度計、液面計等）に整理する。**
② **①で整理された検出器はメーカごとに設計、製作、施工が異なることから、メーカ別に整理する。**
③ **さらに、使用環境における据付状態や基本構造の違い別に整理する。**

その上で、整理したロットに対して、抜取り率に応じた抜取りを行う。具体的には、以下のようにロットを選定する。

1．非シーラント型のCLDについては、メーカまたは取付箇所の環境（弁、機器・配管）による構造の違い等が機能に影響を与えると認められることから、「メーカ別」かつ「弁、機器、配管ごと」にロットを選定する。
例えば、2次系(同一メーカ)のCLDの型式は大別すると、電極がCLD先端から突出する型式と突出しない型式とに分けられる。さらに、使用環境（弁、機器、配管）ごとにロットを整理する。

2．温度計については、検出器の構造の違いは見られないが、据付構造(ネジ込みタイプ、フランジタイプ、コンプレッションフィッティングタイプ）に違いがある。そのため、メーカ別及び据付構造ごとにロットを選定する。

3．その他の抜取りを予定している検出器についても、メーカ別及び検出器毎にロットを選定する。

シーラント型CLDの不具合状況

（平成20年6月2日現在）

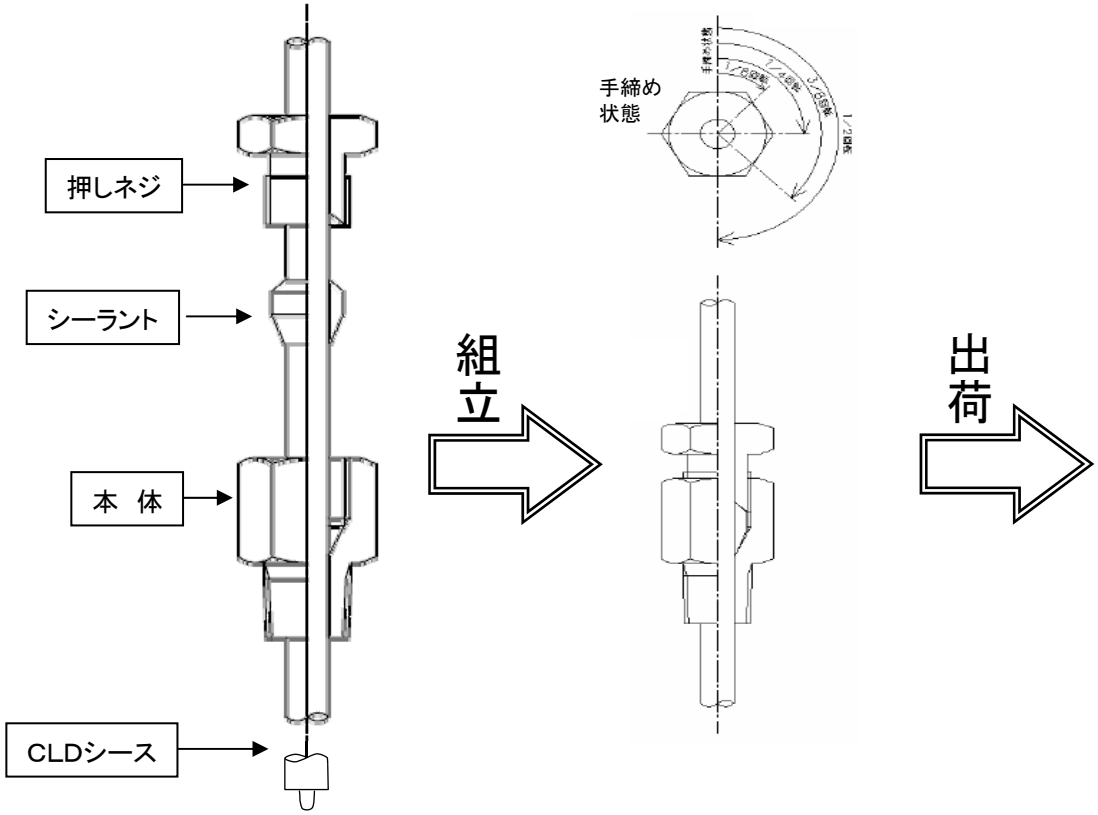
CLD据付箇所		対象個数	点検個数	導通・絶縁不良	電極曲がり個数	全CLDのシース挿入長評価（169個）			電極曲がり有りのシース挿入長評価（26個）			シーラント調査		曲がり電極の傷の有無	
						－側（挿入不足）	＋側（過挿入）	公差内	－側（挿入不足）	＋側（過挿入）	公差内	カシメ傷	シーラント緩み	傷有	傷無
Bループ関連室弁（当該品と同角度）（430MV5B含む）	1次系	5	5	0	4	2	3	0	1	3	0	4	1	4	0
Bループ関連室弁（当該品と異なる角度）	1次系	13	13	0	4	0	9	4	0	4	0	8	0	4	0
Bループ関連室弁（水平）	1次系	41	41	0	3	4	11	26	0	1	2	9	6	1	2
	2次系	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Bループ関連室機器・配管	1次系	46	46	0	8	9	10	27	2	4	2	19	15	1	7
	2次系	4	4	0	1	0	4	0	0	1	0	3	1	0	1
Bループ関連室小計	1次系	105	105	0	19	15	33	57	3	12	4	40	22	10	9
	2次系	5	5	0	1	0	5	0	0	1	0	3	2	0	1
Bループ関連室以外の弁・機器・配管	1次系	72	4	0	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0	0
	2次系	72	55	0	6	4	20	31	0	4	2	21	23	0	6
合　計	1次系	177	109	0	19	15	34	60	3	12	4	43	23	10	9
	2次系	77	60	0	7	4	25	31	0	5	2	24	25	0	7
		254	169	0	26	19	59	91	3	17	6	67	48	10	16

シーラント型ＣＬＤ施工手順と管理

工　　場

押しネジを締め付けることによりシーラントを所定の位置に取り付けた。

・コンプレッションフィッティングの取扱説明書に記載の押しネジ締付量1/4～1/2回転で締付けられた記録はない。
・押しネジ締付け量1/4回転では、押しネジを外した状態ではシーラントが緩む。

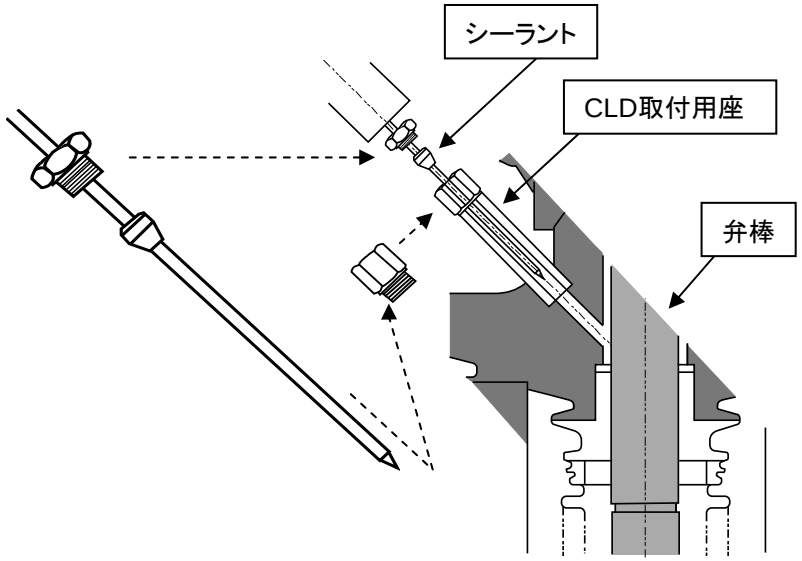


現　　地

押しネジを外し、本体を弁に取り付けた後、CLDシースを挿入。

押しネジを外した状態でシーラントが緩み、所定の位置からずれ、CLDが過挿入になった。

・コンプレッションフィッティングの取扱説明書では、「初回取り付け」、「再取り付け」が明確になっていなかった。
・シーラントのずれ防止の管理・記録がなされていなかった。



シーラント型ＣＬＤ点検後の復旧について

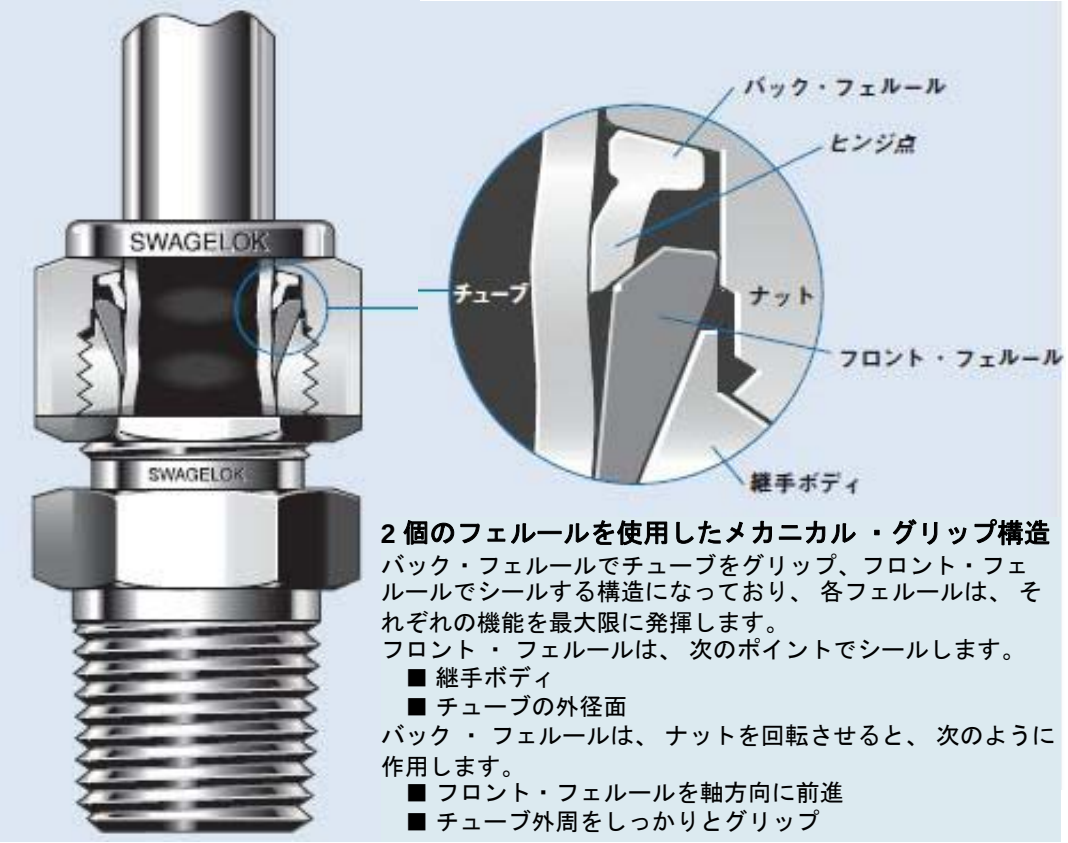
○　点検のために取り外したCLDシースは、新しいものに取替える。

○　CLDを確実に固定するために、締め金具が十分な保持力を持つまで、締め付ける。

○　予備締め、再締め付けの運用が明確になっている固定方法を用いる。

CLDの固定方法を、シーラント型コンプレッションフィッティングからスウェージロックに変更する。

シーラント型ＣＬＤの復旧におけるスウェージロックの使用



2個のフェルールを使用したメカニカル・グリップ構造
バック・フェルールでチューブをグリップ、フロント・フェルールでシールする構造になっており、各フェルールは、それぞれの機能を最大限に発揮します。
フロント・フェルールは、次のポイントでシールします。
- ■ 継手ボディ
- ■ チューブの外径面

バック・フェルールは、ナットを回転させると、次のように作用します。
- ■ フロント・フェルールを軸方向に前進
- ■ チューブ外周をしっかりとグリップ

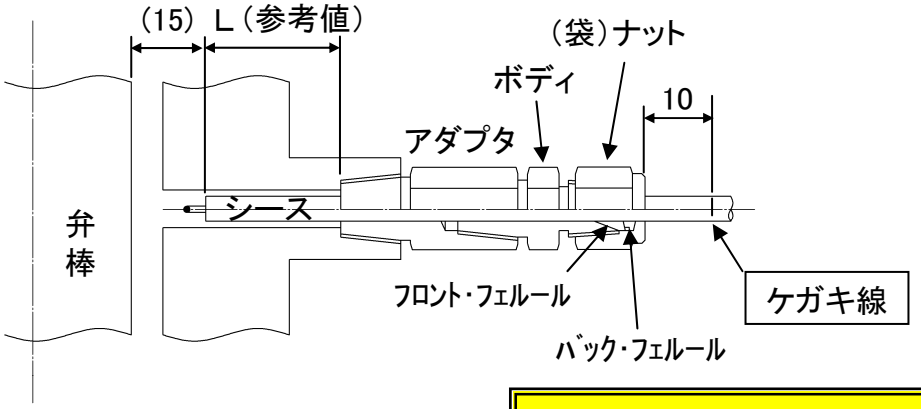
出展：スウェージロック社パンフレットより

取扱説明書
- 「初回取り付け」、「再取り付け」の運用が明記されている。
- 記載のナット（押しネジに相当）締付量で締め付けた後、ナットを外した状態でもフェルール（シーラントに相当）に十分が保持力がある。

もんじゅにおけるスウェージロックの使用例

系統	主要な使用機器
原子炉廻り	・固定プラグ、回転プラグの熱電対プラグ（熱電対固定用） ・原子炉廻り計装品
1次冷却系	・1次ナトリウム純化系計装品 ・1次アルゴンガス系計装品
2次冷却系	・2次主循環ポンプ潤滑油配管（接続部） ・2次アルゴンガス系計装品 ・プラギング計（熱電対固定用）
水・蒸気系	・蒸発器、過熱器給水制御計装品 ・給水ポンプ監視用計装品
タービン・発電機	・EHC制御装置計装品 ・FWP－T、主タービン保護系計装品
補助設備	・原子炉補機冷却水、海水系計装品、機器冷却系計装品
計測制御設備	・安全保護系計装品 ・破損燃料検出装置（計装配管） ・放射線監視装置（計装配管）

シーラント型ＣＬＤの復旧における施工管理



工場の施工手順

① スウェージロックのボディとアダプタを締め付け、廻り止め溶接を実施する。

② ボディ、フロント･フェルール、バック･フェルール、(袋)ナットを仮組立てする。

③ シースを挿入して、参考値「L」に調整後、締め付ける。

④ ナット締付位置をマーキングする。

⑤ ナットを3/4回転まで締め付け、マーキングする。

⑥ 現地チェック用のケガキ線を入れる。(従来行われていなかった管理)

現地の施工手順

① ボディを漏えい検出対象機器に取り付ける。

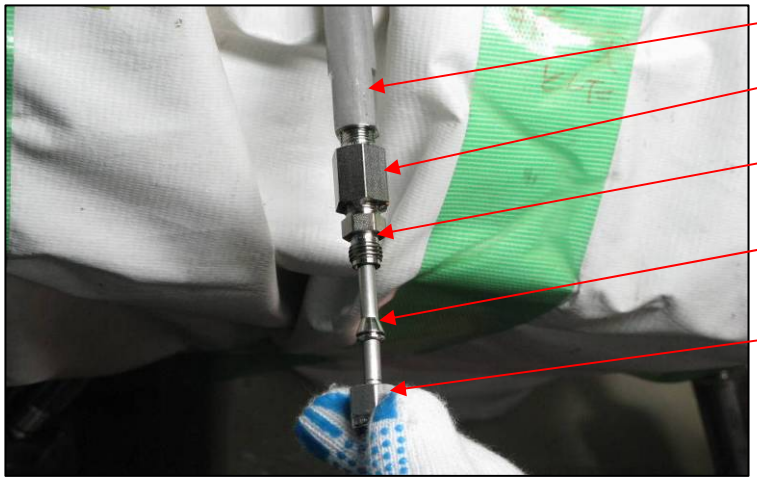
② 電極をボディに接触させないように注意して、シースを挿入する。

① マーキング位置(3/4回転)まで締付ける。

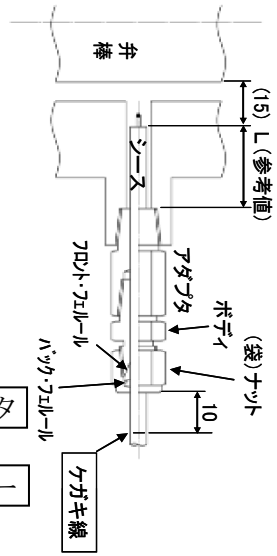
② (袋)ナットを工場締付位置より1/16～1/8回転増し締めを行う。

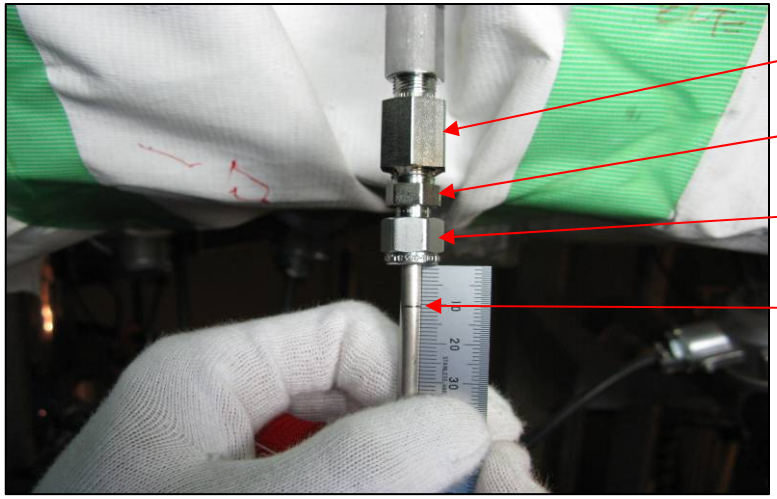
③ ケガキ線によりシース挿入深さを確認し、記録する。(従来行われていなかった管理)

スウェージロックによるCLD復旧状況



シースの挿入状況





スウェージロック締付状況

もんじゅにおける旧型CLD検査状況

もんじゅにおける改良型CLD検査状況